Agilent
4284A プレシジョンLCRメータ
20 Hz-1 MHz

データ・シート

表1に示すAgilent Technologies 4284Aの仕様は，機器の試験における標準動作や，動作限界を示したもので，4284Aは表1の仕様を満足する状態でアジレント・テクノロジーから出荷されます。仕様確認のための性能試験については，「4284A取扱説明書」の第10章の「性能試験」を参照してください。また，表2には，仕様以外の4284Aの動作に関する一般的な情報を示します。これらは，機器の使用上必要となると思われる代表的な特性であり，仕様ではありません。

表1.　仕様（1/21）

一般仕様

電源：

電源電圧：　100，120，220 Vac±10 %，240 Vac＋5 %－10 %

電源周波数：　47～66 Hz

消費電力：　最大200 VA

動作環境：

温度範囲：　0℃～55℃

湿度範囲：　相対湿度≦95 %（40℃）

外形寸法：　426（幅）×177（高さ）×498（奥行き）mm

質量：　約15 kg（標準）

ディスプレイ：

ドットマトリクスLCD。測定値（6桁，最大999999），測定条件，コンパレータのリミット値と判定結果，リスト掃引テーブルおよびセルフ・テスト・セッセージの表示可能。

表1．仕様（2/21）

仕様

測定機能

測定パラメータ：

|Z|：インピーダンスの絶対値
|Y|：アドミッタンスの絶対値
L：インダクタンス
C：容量
R：抵抗
G：コンダクタンス
D：損失係数
Q：Quality factor（1/D）
Rs：等価直列抵抗（ESR）
Rp：並列抵抗
X：リアクタンス
B：サセプタンス
θ：位相角

測定パラメータの組み合わせ：

|Z|，|Y|	L，C	R	G
θ（度），θ（ラジアン）	D，Q，Rs，Rp，G	X	B

偏差測定：

基準値を記憶し，測定値との偏差，または偏差のパーセンテージを表示

測定等価回路： 並列および直列

レンジ切換： 自動（AUTO）または手動（HOLD／UP／DOWN）

トリガ： INT（内部），EXT（外部），BUS（GPIB）または，MAN（手動）

ディレイ時間：

トリガから測定開始までの時間を0～60.000 sの範囲で1 msステップで設定可能

測定端子： 4端子対構造

測定ケーブル長：

標準： 0 mおよび1 m

オプション 4284A-006：0 m，1 m，2 mおよび4 m

積分時間： SHORT，MEDIUMおよびLONG（参考データの測定時間参照）

アベレージング： 1～256回を選択可能

表1． 仕様（3/21）

測定信号

測定周波数： 20 Hz～1 MHz，8610点

周波数確度： ±0.01 %

測定信号モード：

ノーマル：測定端子開放時の電圧もしくは短絡時の電流値を設定。

コンスタント：試料のインピーダンス値によらず，実際に試料に印加される電圧もしくは電流値を設定。

信号レベル：

	モード	レンジ	設定確度
電圧	ノーマル	5 mVrms～2 Vrms	±（10 %＋1 mVrms）
	コンスタント*	10 mVrms～1 Vrms	±（6 %＋1 mVrms）
電流	ノーマル	50 μArms～20 mArms	±（10 %＋10 μArms）
	コンスタント*	100 μArms～10 mArms	±（6 %＋10 μArms）

* 自動レベル・コントロール機能ONの状態

出力インピーダンス：100 Ω ±3 %

測定信号レベル・モニタ：

モード	レンジ	確度
電圧[1]	5 mVrms～2 Vrms	±（読み値の3 %＋0.5 mVrms）
	0.01 mVrms～5 mVrms	±（読み値の11 %＋0.1 mVrms）
電流[2]	50 μArms～20 mArms	±（読み値の3 %＋5 μArms）
	0.001 μArms～50 μArms	±（読み値の11 %＋1 μArms）

測定ケーブル長が0 mまたは1 mの場合に適用する。

測定ケーブル長が2 mまたは4 mの場合（オプション4284A-006）はモニタ確度に以下の式で示す確度を加算する。

$$\frac{fm \times L}{2}\ (\%)$$

fm ： 測定周波数（MHz）
L ： 測定ケーブル長（m）

[1]： 試料のインピーダンスが＜100 Ωの場合，インピーダンス測定確度（%）を電圧レベル・モニタ確度に加算する。
[2]： 試料のインピーダンスが≧100 Ωの場合，インピーダンス測定確度（%）を電流レベル・モニタ確度に加算する。

表1. 仕様（4/21）

例： 試料のインピーダンス：50 Ω
測定信号電圧：0.1 Vrms
測定確度：0.1 %
ケーブル長：0 m

この場合，電圧レベル・モニタ確度は，±（読み値の3.1 %＋0.5 mVrms）

表示範囲

測定パラメータ	範囲
｜Z｜，R，X	0.01 mΩ ～ 99.9999 MΩ
｜Y｜，G，B	0.01 nS ～ 99.9999 S
C	0.01 fF ～ 9.9999 F
L	0.01 nH ～ 99.9999 kH
D	0.000001 ～ 9.99999
Q	0.01 ～ 99999.9
θ	－180.000° ～ 180.000°
△%	－999.999 % ～ 999.999 %

絶対確度

絶対確度は，それぞれ以下の式で表される。

｜Z｜，｜Y｜，L，C，R，X，G，Bの絶対確度：（L，C，X，BはDx≦0.1の場合，R，GはQx≦0.1の場合。）

Ae＋Acal（%）

Dx ： Dの測定値
Qx ： Qの測定値
Ae ： それぞれの相対確度
Acal ： 校正確度

ここで規定されるG確度はG-B測定のみに適用される。

Dの絶対確度：（Dx≦0.1の場合）

De＋θ cal

Dx ： Dの測定値
De ： Dの相対確度
θ cal ： θ の校正確度（ラジアン）

表1．仕様（5/21）

Qの絶対確度：（Qx×Da＜1の場合）

$$\pm \frac{(Qx^2 \times Da)}{(1 \mp Qx \times Da)}$$

Qx ： Qの測定値
Da ： Dの絶対確度

θの絶対確度：

θe＋θcal（度）

θe ： θの相対確度（度）
θcal： θの校正確度（度）

Gの絶対確度：（Dx≦0.1の場合）

Bx×Da（S）

$$Bx = 2\pi fCx = \frac{1}{2\pi fLx}$$

Dx ： Dの測定値
Bx ： Bの測定値（S）
Da ： Dの絶対確度
f ： 測定周波数（Hz）
Cx ： Cの測定値（F）
Lx ： Lの測定値（H）

ここで規定されるG確度はCp-GおよびLp-G測定に適用される。

Rpの絶対確度：（Dx≦0.1の場合）

$$\pm \frac{Rpx \times Da}{Dx \mp Da} \ (\Omega)$$

Rpx ： Rpの測定値（Ω）
Dx ： Dの測定値
Da ： Dの絶対確度

表1．仕様（6/21）

Rsの絶対確度：（Dx≦0.1の場合）

Xx×Da　　（Ω）

$$Xx = \frac{1}{2\pi fCx} = 2\pi fLx$$

Dx　：　Dの測定値
Xx　：　Xの測定値（Ω）
Da　：　Dの絶対確度
f　：　測定周波数（Hz）
Cx　：　Cの測定値（F）
Lx　：　Lの測定値（H）

<u>相対確度：</u>

相対確度には，安定度，温度係数，直線性，再現性，および校正補間誤差が含まれる。相対確度は以下の条件がすべて満たされたときに適用される。

(1)　ウォーム・アップ時間：　≧30分

(2)　測定ケーブル長：　0 m，1 m，2 m，4 m（16048A/B/D/E使用）
2 mと4 mはオプション4284A-006のみ，ただしケーブル長2 m，4 mのときは測定信号レベルと測定周波数の設定値がP7の図Aに示す範囲内であること。

(3)　OPEN/SHORT補正実行

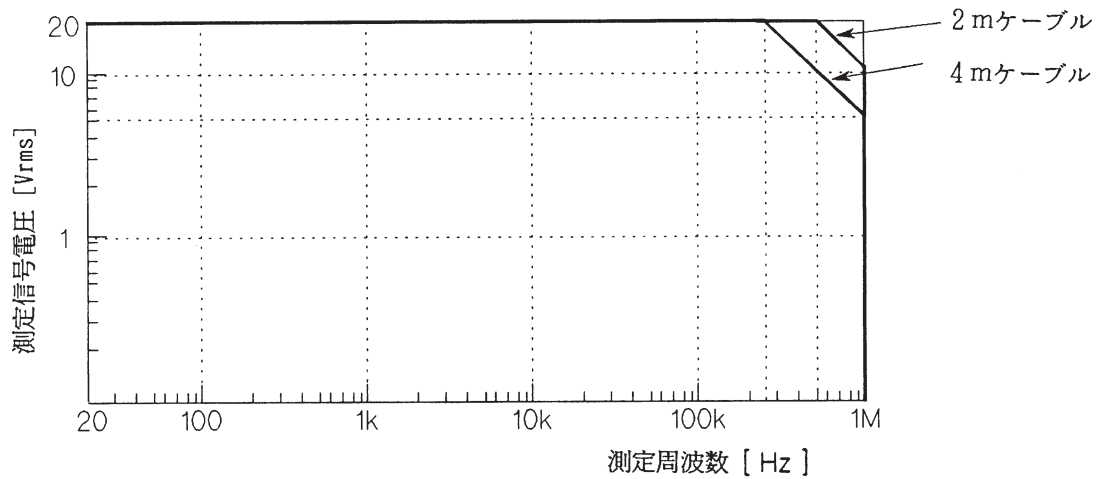
(4)　バイアス電流吸収機能：　OFF
（バイアス電流吸収機能ONの場合の確度は，参考データ参照）

(5)　測定信号電圧とDCバイアス電圧の測定値がP7の図Bに示す範囲内であること。

(6)　測定レンジ：試料のインピーダンス値に対して最適なレンジが選択されていること。

表1. 仕様（7/21）

図A. 2 m/4 mケーブル使用時の相対確度適用範囲

・2 m/4 mケーブル使用時は，下図に示す上限を超えない範囲で相対確度が適用される。

図B. 相対確度が適用できる測定信号電圧／DCバイアス電圧の設定範囲

・範囲1： 基本的な相対確度適用範囲

範囲2： 試料の直流抵抗によって，相対確度を適用できる範囲が異なる（点線は，試料の直流抵抗が10 Ω，100 Ω，1 kΩの場合の適用範囲の限界）。

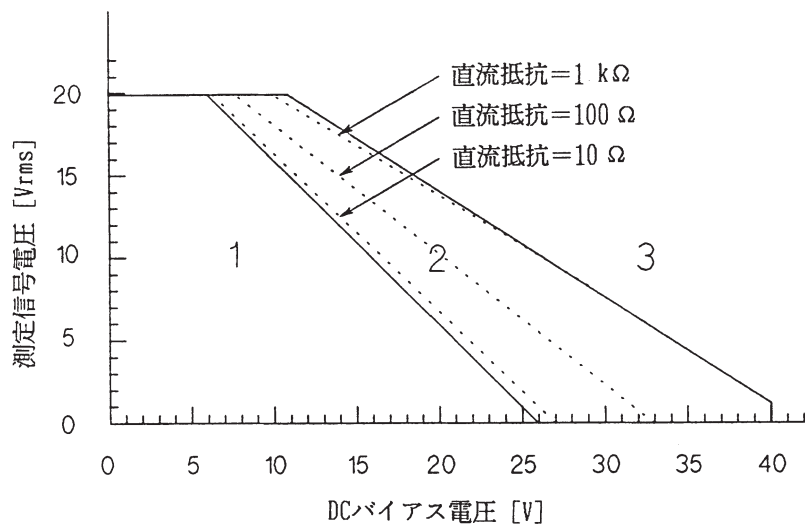



表1．仕様（8/21）

｜Z｜，｜Y｜，L，C，R，X，G，Bの相対確度：（L，C，X，BはDx≦0.1の場合。R，GはQx≦0.1の場合。）

相対確度Aeは，それぞれ，以下の式で表される。

Ae ＝ ±［A＋（Ka＋Kaa＋Kb×Kbb＋Kc）×100＋Kd］×Ke（読みの％）

Dx ： Dの測定値
Qx ： Qの測定値
A ： 基本確度（P11，P12 図C，D参照）
Ka ： 試料のインピーダンスに比例する係数（P13，表A参照）
Kaa： ケーブル長に関する係数（P14，表B参照）
Kb ： 試料のインピーダンスに比例する係数（P13，表A参照）
Kbb： ケーブル長に関する係数（P14，表C参照）
Kc ： 校正補間係数（P15，表D参照）
Kd ： ケーブル長に関する係数（P15，表E参照）
Ke ： 温度に関する係数（P15，表F参照）

Dx＞0.1の場合，L，C，X，Bの相対確度Aeに $\sqrt{(1+Dx^2)}$ をかける。
Qx＞0.1の場合，R，Gの相対確度Aeに $\sqrt{(1+Qx^2)}$ をかける。

Dの相対確度：（Dx≦0.1の場合）

Dの相対確度Deは，以下の式で表される。

De ＝ ±Ae/100

Dx ： Dの測定値
Ae ： ｜Z｜，｜Y｜，L，C，R，X，G，Bの相対確度

Dx＞0.1の場合，Dの相対確度Deに（１＋Dx）をかける。

Qの相対確度：（Qx×De＜1の場合）

Qの相対確度Qeは，以下の式で表される。

$$Qe = \pm \frac{(Qx^2 \times De)}{(1 \mp Qx \times Qe)}$$

Qx ： Qの測定値
De ： Dの相対確度

θの相対確度：

θの相対確度はθeは，以下の式で表される。

$$\theta e = \frac{180 \times Ae}{\pi \times 100} \quad (度)$$

Ae ： ｜Z｜，｜Y｜，L，C，R，X，G，Bの相対確度

表1. 仕様（9/21）

Gの相対確度：（Dx≦0.1の場合）

$Ge = Bx \times De$ （S）

$Bx = 2\pi fCx = \dfrac{1}{2\pi fLx}$

Ge ： Gの相対確度
Dx ： Dの測定値
Bx ： Bの測定値（S）
De ： Dの相対確度
f ： 測定周波数（Hz）
Cx ： Cの測定値（F）
Lx ： Lの測定値（H）

Rpの相対確度：（Dx≦0.1の場合）

$Rpe = \pm \dfrac{Rpx \times De}{Dx \mp De}$ （Ω）

Rpe ： Rpの相対確度
Rpx ： Rpの測定値（Ω）
Dx ： Dの測定値
De ： Dの相対確度

Rsの相対確度：（Dx≦0.1の場合）

$Rse = Xx \times De$ （Ω）

$Xx = \dfrac{1}{2\pi fCx} = 2\pi fLx$

Rse ： Rsの相対確度
Dx ： Dの測定値
Xx ： Xの測定値（Ω）
De ： Dの相対確度
f ： 測定周波数（Hz）
Cx ： Cの測定値（F）
Lx ： Lの測定値（H）

表1. 仕様（10/21）

C，Dの相対確度の計算例：

測定条件：

周波数：1 kHz
C測定値：100 nF
測定信号レベル：1 Vrms
積分時間：MEDIUM

$A = 0.05$

$|Zm| = 1/(2\pi \times 1 \times 10^{3} \times 100 \times 10^{-9}) = 1590\Omega$

$$Ka = \frac{1 \times 10^{-3}}{1590}\left(1 + \frac{200}{1000}\right) = 7.5 \times 10^{-7}$$

$$Kb = 1590 \times 1 \times 10^{-9}\left(1 + \frac{70}{1000}\right) = 1.70 \times 10^{-6}$$

$Kc = 0$

したがって

C確度 $= 0.05 + (7.5 \times 10^{-7} + 1.70 \times 10^{-6}) \times 100 \fallingdotseq 0.05\%$

D確度 $= 0.05/100 = 0.0005$

図C. 基本確度A（1/2）

- 0.05 .... 測定信号電圧0.3 V～1 V，積分時間LONG/MEDIUMのときのA値。
  (0.1) .... 測定信号電圧0.3 V～1 V，積分時間SHORTのときのA値。
  A1 .... 測定信号電圧レベル<0.3 V，または>1 VのときのA値。
  A_1，A_2，A_3またはA_4の数値は，図Dより求める。
- 境界線上では，いずれか小さい方の値を適用する。

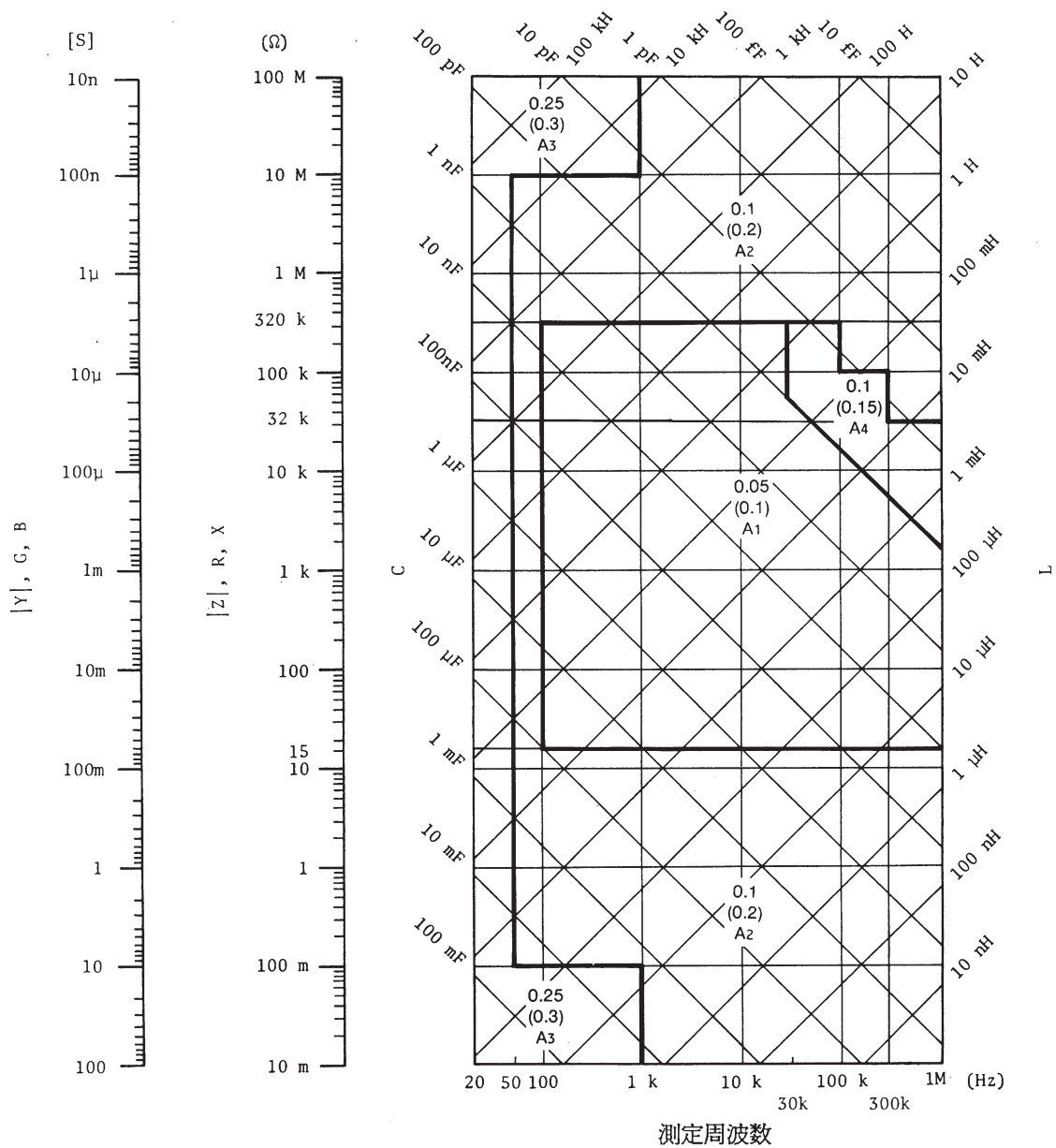



表1．仕様（12/21）

図D．基本確度A（2/2）

・ A_1，A_2，A_3またはA_4（測定信号電圧レベル＜0.3 V，または＞1 VのときのA値）を下表に示す。

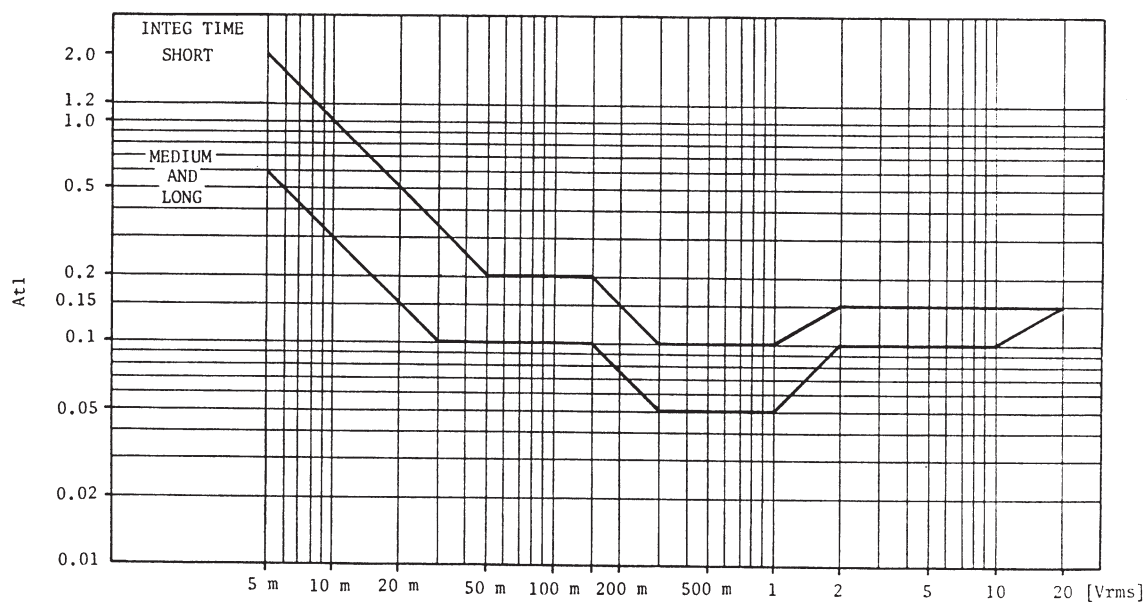
・ A_1，A_2，A_3またはA_4が“Atl”と示されているときは，下グラフよりAtl値を読みとり，A値として適用する。

測定信号電圧

	5m〜12m	12m〜0.1	0.1〜0.15	0.15〜2 (0.3, 1)	2〜5	5〜20 [Vrms]
MEDIUM/LONG	A_1=Atl * A_2=Atl A_3=Atl A_4=Atl	A_1=Atl * A_2=Atl A_3=0.25 A_4=Atl	A_1=Atl A_2=Atl A_3=0.25 A_4=Atl	A_1=Atl A_2=0.1 A_3=0.25 A_4=0.1	A_1=Atl A_2=Atl A_3=0.25 A_4=Atl	A_1=Atl ** A_2=Atl A_3=0.25 A_4=Atl

	5m〜33m	33m〜0.15	0.15〜2 (0.3, 1)	2〜5	5〜20 [Vrms]
SHORT	A_1=Atl A_2=Atl A_3=Atl A_4=Atl	A_1=Atl A_2=Atl A_3=0.3 A_4=Atl	A_1=Atl A_2=0.2 A_3=0.3 A_4=0.5×Atl+0.1	A_1=Atl A_2=Atl A_3=0.3 A_4=Atl	A_1=Atl ** A_2=Atl A_3=0.3 A_4=Atl

* 以下の測定周波数（fm）では，A値に以下の値をかける。
100 Hz≦fm＜300 Hzのとき　：　A値に2をかける。
fm＜100 Hzのとき　：　A値に2.5をかける。

** 以下のすべての測定条件に当てはまる場合は，A値に0.15を加算する。
測定周波数　：　300 kHz＜fm≦1 MHz
測定信号電圧　：　5 Vrms＜〜≦20 Vrms
試料　：　インダクタ，｜Z｜＜200 Ω

測定信号電圧

表A. 試料のインピーダンスに比例する係数Ka，Kb

・ 試料のインピーダンスに比例する係数Ka，Kbをそれぞれ下表に示す。

・ Kaは，試料のインピーダンスが500 Ω以上の場合には無視できる。

・ Kbは，試料のインピーダンスが500 Ω以下の場合には無視できる。

・ fm　：　測定周波数（Hz）
　｜Zm｜　：　測定試料のインピーダンス（Ω）
　Vs　：　測定信号電圧（mVrms）

積分時間	測定周波数	Ka	Kb
MEDIUM・LONG	fm<100 Hz	$\left(\frac{1\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}\right)\left(1+\frac{200}{Vs}\right)\left(1+\sqrt{\frac{100}{fm}}\right)$	$\lvert Zm\rvert\left(1\times10^{-9}\right)\left(1+\frac{70}{Vs}\right)\left(1+\sqrt{\frac{100}{fm}}\right)$
	100 Hz≤fm≤100 kHz	$\left(\frac{1\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}\right)\left(1+\frac{200}{Vs}\right)$	$\lvert Zm\rvert\left(1\times10^{-9}\right)\left(1+\frac{70}{Vs}\right)$
	100 kHz<fm≤300 kHz	$\left(\frac{1\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}\right)\left(2+\frac{200}{Vs}\right)$	$\lvert Zm\rvert\left(3\times10^{-9}\right)\left(1+\frac{70}{Vs}\right)$
	300 kHz<fm≤1 MHz	$\left(\frac{1\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}\right)\left(3+\frac{200}{Vs}+\frac{Vs^2}{10^8}\right)$	$\lvert Zm\rvert\left(10\times10^{-9}\right)\left(1+\frac{70}{Vs}\right)$
SHORT	fm<100 Hz	$\left(\frac{2.5\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}\right)\left(1+\frac{400}{Vs}\right)\left(1+\sqrt{\frac{100}{fm}}\right)$	$\lvert Zm\rvert\left(2\times10^{-9}\right)\left(1+\frac{100}{Vs}\right)\left(1+\sqrt{\frac{100}{fm}}\right)$
	100 Hz≤fm≤100 kHz	$\left(\frac{2.5\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}\right)\left(1+\frac{400}{Vs}\right)$	$\lvert Zm\rvert\left(2\times10^{-9}\right)\left(1+\frac{100}{Vs}\right)$
	100 kHz<fm≤300 kHz	$\left(\frac{2.5\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}\right)\left(2+\frac{400}{Vs}\right)$	$\lvert Zm\rvert\left(6\times10^{-9}\right)\left(1+\frac{100}{Vs}\right)$
	300 kHz<fm≤1 MHz	$\left(\frac{2.5\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}\right)\left(3+\frac{400}{Vs}+\frac{Vs^2}{10^8}\right)$	$\lvert Zm\rvert\left(20\times10^{-9}\right)\left(1+\frac{100}{Vs}\right)$

表1．仕様（14/21）

表B．ケーブル長に関する係数 Kaa

・ケーブル長に関する係数Kaaを下表に示す。

・Kaaは，試料のインピーダンスが500 Ω以上の場合には無視できる。

・fm ： 測定周波数（MHz）
　｜Zm｜ ： 測定試料のインピーダンス（Ω）
　Ka ： 試料のインピーダンスに比例する係数（P13，表A参照）

測定信号電圧	ケーブル長			
	0 m	1 m	2 m	4 m
≦2 Vrms	0	0	$\frac{Ka}{2}$	Ka
＞2 Vrms	0	$\frac{2\times10^{-3}\times fm^2}{\lvert Zm\rvert}$	$\frac{(1+5\times fm^2)\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}$	$\frac{(2+10\times fm^2)\times10^{-3}}{\lvert Zm\rvert}$

表C．ケーブル長に関する係数Kbb

・ケーブル長に関する係数Kbbを下表に示す。

・fm ： 測定周波数（MHz）

周波数	ケーブル長			
	0 m	1 m	2 m	4 m
fm＜100 kHz	1	1＋5×fm	1＋10×fm	1＋20×fm
100 kHz<fm＜300 kHz	1	1＋2×fm	1＋4×fm	1＋8×fm
300 kHz<fm＜1 MHz	1	1＋0.5×fm	1＋1×fm	1＋2×fm

表1. 仕様（15/21）

表D. 校正補間係数 Kc

・ 校正補間係数Kcを下表に示す。

条件	Kc
測定周波数 ＝ 校正周波数* のとき	Kc ＝ 0
測定周波数 ≠ 校正周波数* のとき	Kc ＝ 0.0003

＊校正周波数：以下に示す48周波数

20，25，30，40，50，60，80 Hz，
100，120，150，200，250，300，400，500，600，800 Hz，
1，1.2，1.5，2，2.5，3，4，5，6，8 kHz
10，12，15，20，25，30，40，50，60，80 kHz
100，120，150，200，250，300，400，500，600，800 kHz
1 MHz

表E. ケーブル長に関する係数 Kd

・ ケーブル長に関する係数Kdを下表に示す。

・ fm ： 周波数（MHz）

測定信号電圧	ケーブル長		
	1 m	2 m	4 m
≤2 Vrms	$2.5\times10^{-4}(1+50\times fm)$	$5\times10^{-4}(1+50\times fm)$	$1\times10^{-3}(1+50\times fm)$
>2 Vrms	$2.5\times10^{-3}(1+16\times fm)$	$5\times10^{-3}(1+16\times fm)$	$1\times10^{-2}(1+16\times fm)$

表F. 温度に関する係数 Ke

・ 温度に関する係数Keを下表に示す。

温度（℃）	0	8	18	28	38	55
係数Ke	4	2	1	2	4	

表1．仕様（16/21）

4284Aの校正確度

｜Z｜，｜Y｜，L，C，R，X，G，B，θの校正確度：

・ Acal ………｜Z｜，｜Y｜，L，C，R，X，G，Bの校正確度（%）
  θcal ………θの校正確度（ラジアン）

・ θの校正確度θcal（度）は，以下の式で表される。
  θcal（度）＝180/π×θcal（ラジアン）

・ fm ： 測定周波数（kHz）
・ 境界線上では，いずれか小さい方の値を適用する。
* Hi-PWモードONの場合，A cal＝0.1（%）
** Hi-PWモードONの場合，θcal＝（300＋fm）×10⁻⁶（ラジアン）

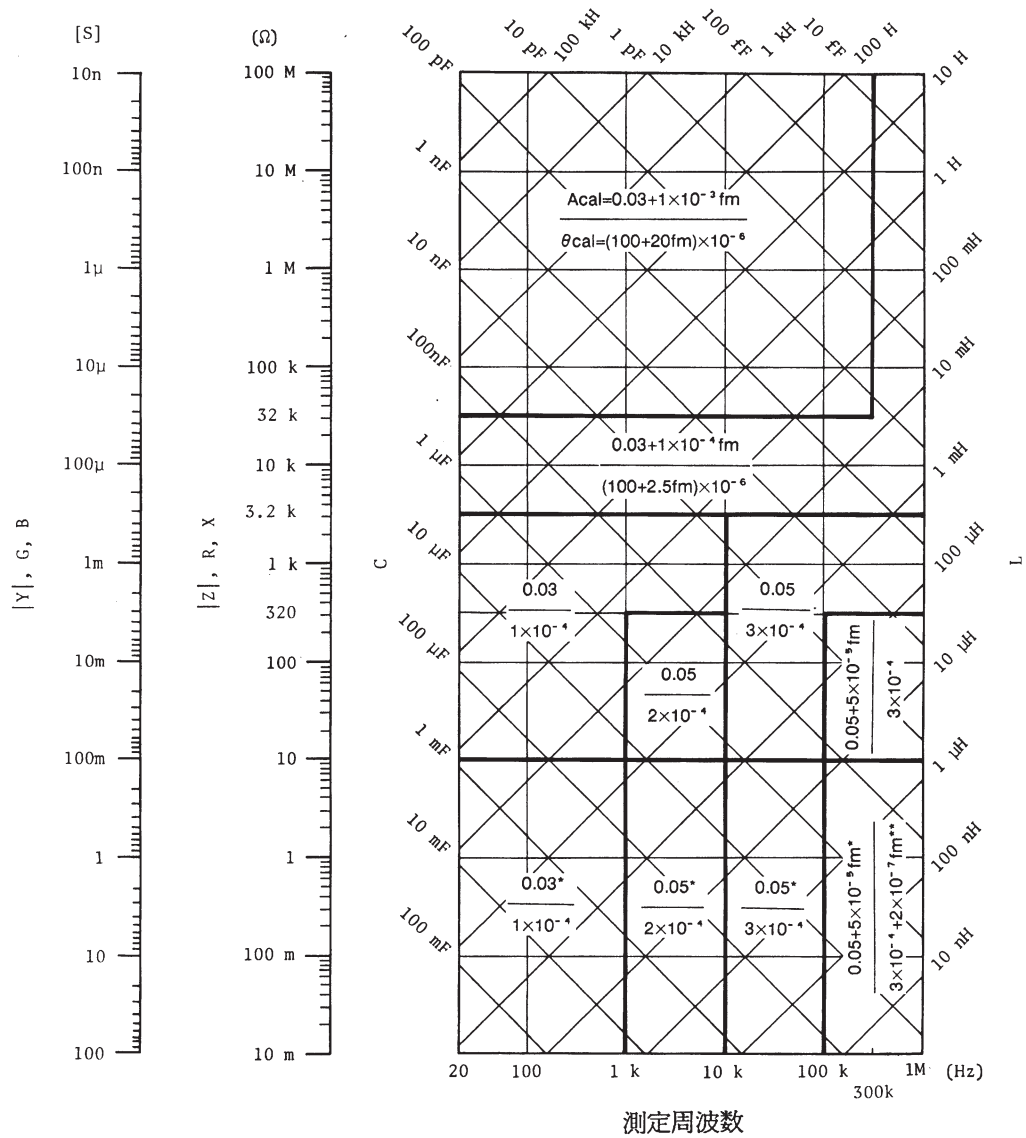



表1. 仕様（17/21）

補正機能

OPEN補正：

テスト・フィクスチャなどの浮遊アドミタンス（C，G）による測定誤差を補正する。

SHORT補正：

テスト・フィクスチャなどの残留インピーダンス（L，R）による測定誤差を補正する。

LOAD補正：

希望する測定条件で既知の値を持つ試料（ワーキング・スタンダード）を基準として，誤差を補正する。

リスト掃引

最大10点の測定周波数または信号レベルの掃引点をプログラムし，掃引測定を実行する。ステップ掃引と連続掃引を選択できる。オプション4284A-001装備の場合，DCバイアス電圧もプログラム可能。

コンパレータ

主パラメータについて10段階のBIN選別が可能。従パラメータについてIN/OUT判定の出力が可能。

選別モード：

シーケンシャル・モード：大小ランクにより表される連続したBINへの分類。

トレランス・モード：基準値からの偏差量（絶対値またはパーセント）によって区切られたBINへの分類。

BINカウント： 0～999999

リスト掃引コンパレータ：

各掃引点の測定値について，HIGH/IN/LOW判定の出力が可能。

DCバイアス

0 V，1.5 V，2 Vを選択可能。

設定確度：±5 %（1.5 V，2 V）

表1．仕様（18/21）

その他の機能

ストア／ロード：

内蔵の不揮発性メモリおよび取り外し可能なメモリ・カードに，コンパレータの設定とリスト掃引の設定を含む測定条件をそれぞれ最大10通りまで記憶して，再現できる。

メモリ・カード：

取り外し可能なメモリ・デバイス。測定条件データを最大10通りまで記憶して，再現できる。

GPIB：

測定条件，測定値，コンパレータ・リミット値，リスト掃引プログラムのすべてを設定，モニタ可能。
ASCIIおよびIEEE 64ビット・バイナリ・データ・フォーマットを選択できる。GPIBバッファ・メモリに，最大128組までの測定値をストアでき，GPIBバスにまとめて出力できる。IEEE-488.1および488.2に準拠。プログラミング言語はTMSL。

インタフェース機能：

SH1，AH1，T5，L4，SR1，RL1，DC1，DT1，C0，E1

表1. 仕様（19/21）

オプション

オプション4284A-001（パワー・アンプ／DCバイアス）

測定信号レベルを拡大し，可変DCバイアス電圧機能を追加する。

測定信号：

測定信号レベル：

	モード	レンジ	設定確度
電圧	ノーマル	5 mV～20 Vrms	±（10 %＋1 mV）
	コンスタント*	10 mV～10 Vrms	±（10 %＋1 mV）
電流	ノーマル	50 μA～200 mArms	±（10 %＋10 μA）
	コンスタント*	100 μA～100 mArms	±（10 %＋10 μA）

* 自動レベル・コントロール機能ONの状態

出力インピーダンス： 100 Ω ±6 %

測定信号レベル・モニタ：

モード	レンジ	確度
電圧[1]	＞2 Vrms	±（読み値の3 %＋0.5 mV）
	5 mV～2 Vrms	±（読み値の3 %＋0.5 mV）
	0.01 mV～5 mVrms	±（読み値の11 %＋0.1 mV）
電流[2]	＞20 mArms	±（読み値の3 %＋50 μA）
	56 μA～20 mArms	±（読み値の3 %＋5 μA）
	0.001 μA～50 μArms	±（読み値の11 %＋1 μA）

測定ケーブル長が0 mまたは1 mの場合に適用する。
測定ケーブル長が2 mまたは4 mの場合（オプション4284A-006）はモニタ確度に以下の式で示す確度を加算する。

$$\frac{fm \times L}{2} \quad (\%)$$

fm ： 測定周波数（MHz）
L ： 測定ケーブル長（m）

[1]： 試料のインピーダンスが＜100 Ωの場合，インピーダンス測定確度（%）を電圧レベル・モニタ確度へ加算する。
[2]： 試料のインピーダンスが≧100 Ωの場合，インピーダンス測定確度（%）を電流レベル・モニタ確度へ加算する。

表1. 仕様（20/21）

DCバイアス：

DCバイアス・レベル：

以下の設定確度は，動作温度が23℃±5℃の範囲での値。0℃～55℃の範囲では，P15の表Fに示す温度に関する係数Keを掛ける。

測定信号レベル≦2 Vrms

電圧レンジ	分解能	設定確度
±（0.000～4.000）V	1 mV	±（設定値の0.1 %＋1 mV）
±（4.002～8.000）V	2 mV	±（設定値の0.1 %＋2 mV）
±（8.005～20.000）V	5 mV	±（設定値の0.1 %＋5 mV）
±（20.01～40.00）V	10 mV	±（設定値の0.1 %＋10 mV）

測定信号レベル＞2 Vrms

電圧レンジ	分解能	設定確度
±（0.000～4.000）V	1 mV	±（設定値の0.1 %＋3 mV）
±（4.002～8.000）V	2 mV	±（設定値の0.1 %＋4 mV）
±（8.005～20.000）V	5 mV	±（設定値の0.1 %＋7 mV）
±（20.01～40.00）V	10 mV	±（設定値の0.1 %＋12 mV）

設定確度は，バイアス電流吸収機能がOFFに設定されている時に適用する。バイアス電流吸収機能がONの場合，各確度値へ±20 mVを加算する（DCバイアス電流≦1 μA）。

バイアス電流吸収機能：

最大100 mA（代表値）のDCバイアス電流を，試料に印加可能。

DCバイアス・モニタ端子： リア・パネルのBNCコネクタ

表1. 仕様（21/21）

その他のオプション

4284A-700： 標準出力パワー（2 V, 20 mA, 2 V DC bias）

4284A-002： バイアス・カレント・インタフェース
4284AプレシジョンLCRメータで42841Aバイアス・カレント・ソースをコントロールするためのデジタル・インタフェース。

4284A-004： メモリカード（1ケ）

4284A-006： 2 m/4 mケーブル動作
2 mと4 m測定ケーブルを使用したときの測定確度を補正可能。

4284A-201： ハンドラ・インタフェース

4284A-202： ハンドラ・インタフェース

4284A-301： スキャナ・インタフェース

4284A-710： ブランクパネル

4284A-907： フロント・ハンドル・キット

4284A-908： ラック・マウント・キット

4284A-909： ラック・フランジ・ハンドル・キット

4284A-ABJ： 取扱説明書（和文）追加

4284A-ABA： 取扱説明書（英文）追加

4284A-915： サービスマニュアル（英文）追加

アクセサリ

付属アクセサリ：

電源ケーブル	PN 8120-4753
ヒューズ	オプション4284A-201のみPN2110-0046　2個 （シリアル・ナンバ・プリフィックス2936J以降の4284Aのみ）

表2.　参考データ（1/6）

参考データ

測定値の安定度

積分時間MEDIUMおよび動作温度23℃±5℃において

｜Z｜，｜Y｜，L，C，R＜0.01 %／day

D＜0.0001／day

温度係数

積分時間MEDIUMおよび動作温度23℃±5℃において

測定信号レベル	｜Z｜，｜Y｜，L，C，R	D
≥20 mVrms ＜20 mVrms	＜0.0025 %/℃ ＜0.0075 %/℃	＜0.000025/℃ ＜0.000075/℃

セトリング時間

周波数：

＜70 ms；（測定周波数≥1 kHz）
＜120 ms；（100 Hz≤測定周波数＜1 kHz）
＜160 ms；（測定周波数＜100 Hz）

測定信号レベル：＜120 ms

測定レンジ：<50 ms/レンジ切り替え；測定周波数≧1 kHz

測定回路保護

充電されたコンデンサがUNKNOWN端子へ接続されたときに内部回路を保護する。
最大放電電圧は，以下の式で表される。

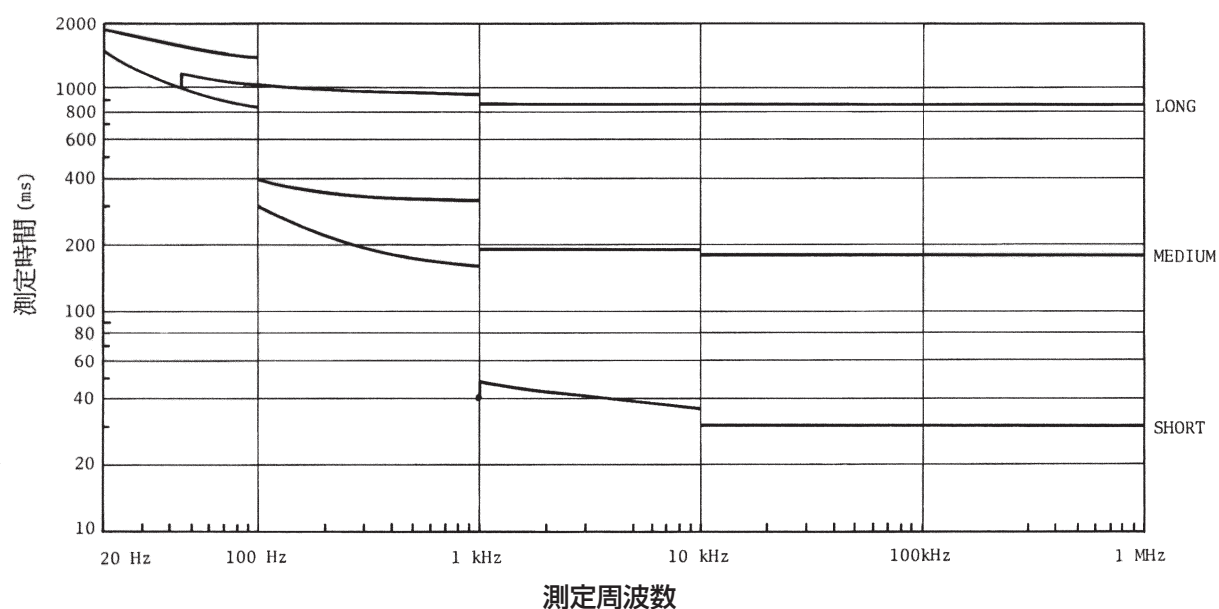
$$V_{max} = \sqrt{1/C}\ (V)$$

ここで，Vmax＜200 V，Cの単位はF（ファラッド）。

表2.　参考データ（2/6）

測定時間

トリガをかけてからハンドラ・インタフェースにEOMが出力されるまでの測定時間の代表値（EOM：測定の終了を示す信号）を以下に示す。

	100 Hz	1 kHz	10 kHz	1 MHz
SHORT	270 ms	40 ms	30 ms	30 ms
MEDIUM	400 ms	190 ms	180 ms	180 ms
LONG	1040 ms	830 ms	820 ms	820 ms

表示時間：

各ディスプレイ・ページにおける表示時間は以下のとおり。

MEAS DISPLAYページ　　約8 ms
BIN No. DISPLAYページ　　約5 ms
BIN COUNT DISPLAYページ　　約0.5 ms

GPIBデータ出力時間：

EOMの出力から測定データがGPIBラインに出力されるまでの内部処理時間（表示時間を除く）。

約10 ms

DCバイアス（1.5 V/2 V）

出力電流：　　最大20 mA

表2.　参考データ（3/6）

オプション4284A-001（パワー・アンプ／DCバイアス）

DCバイアス電圧：

試料にかかるDCバイアス電圧（Vdut）は，以下の式で表される。

Vdut＝Vb－100×Ib　（V）

Vb：DCバイアス設定電圧（V），
Ib：DCバイアス電流（A）

DCバイアス電流：

試料にかかるDCバイアス電流（Idut）は，以下の式で表される。

Idut＝Vb/（100＋Rdc）　（A）

Vb：DCバイアス設定電圧（V）
Rdc：試料のDC抵抗（Ω）

最大DCバイアス電流：

正常な測定ができるDCバイアス電流の最大値を以下の表に示す。

測定レンジ		10 Ω	100 Ω	300 Ω	1 kΩ	3 kΩ	10 kΩ	30 kΩ	100 kΩ
バイアス電流吸収機能	ON	100 mA							
	OFF	2 mA	2 mA	2 mA	1 mA	300 μA	100 μA	30 μA	10 μA

表2.　参考データ（4/6）

バイアス電流吸収機能使用時の相対確度：

バイアス電流吸収機能ONの場合，Ae（仕様，“相対確度”参照）の絶対値に，以下のばらつきNを加算する。

バイアス電流吸収機能使用時のばらつき：

ばらつきNは，以下の式で表される。ばらつきNは以下の条件がすべて満たされたときに適用される。

(1)　試料のインピーダンス：≧100 Ω
(2)　測定信号レベル：≦1 Vrms
(3)　DCバイアス電流：≧1 mA（1 mA以下の場合は，1 mAにおけるN値を適用する。）
(4)　積分時間：MEDIUM（SHORTの場合は，N値を5倍する。LONGの場合は，N値を0.5倍する）。

$$N = \frac{P \times |Zm| \times Idc \times 10^{-4}}{Rg \times Vs \times \sqrt{n}} \qquad (\%ピーク)$$

P	：	周波数とレンジに関する係数（表A参照）
｜Zm｜	：	試料のインピーダンス（Ω）
Idc	：	DCバイアス電流（mA）
Rg	：	測定レンジ（Ω）
Vs	：	測定信号電圧レベル（Vrms）
n	：	アベレージング回数

表A.　周波数とレンジに関する係数　P

・ 周波数とレンジに関する係数Pを下表に示す。

・ fm：周波数（Hz）

測定レンジ	測定周波数fm（Hz）			
	20≦fm＜100	100≦fm＜1 k	1 k≦fm＜10 k	10 k≦fm≦1 M
100 Ω	0.75	0.225	0.045	0.015
300 Ω	2.5	0.75	0.15	0.05
1 kΩ	7.5	2.25	0.45	0.15
3 kΩ	25	7.5	1.5	0.5
10 kΩ	75	22.5	4.5	1.5
30 kΩ	250	75	15	5
100 kΩ	750	225	45	15

表2.　参考データ（5/6）

計算例：

測定条件：

試料	100 pF
測定信号レベル	20 mVrms
測定周波数	10 kHz
積分時間	MEDIUM
アベレージング回数	1回

バイアス電流吸収機能Offの場合の｜Z｜，｜Y｜，L，C，R，X，G，Bの相対確度Aeを算出すると，

Ae ＝ ±0.22（%）　（仕様，“相対確度”参照）
試料のインピーダンス＝ $1/(2\pi \times 10^{4} \times 100 \times 10^{-12}) = 159\ \mathrm{k}\Omega$
測定レンジは100 kΩ
DCバイアス電流＜1 mA
P＝15（表A参照）

したがって，

$$N = \frac{15 \times (159 \times 10^{3}) \times 1 \times 10^{-4}}{(100 \times 10^{3}) \times (20 \times 10^{-3})} = 0.12\ (\%)$$

Cの相対確度は，

C相対確度＝±（0.22＋0.12）＝±0.34（%）

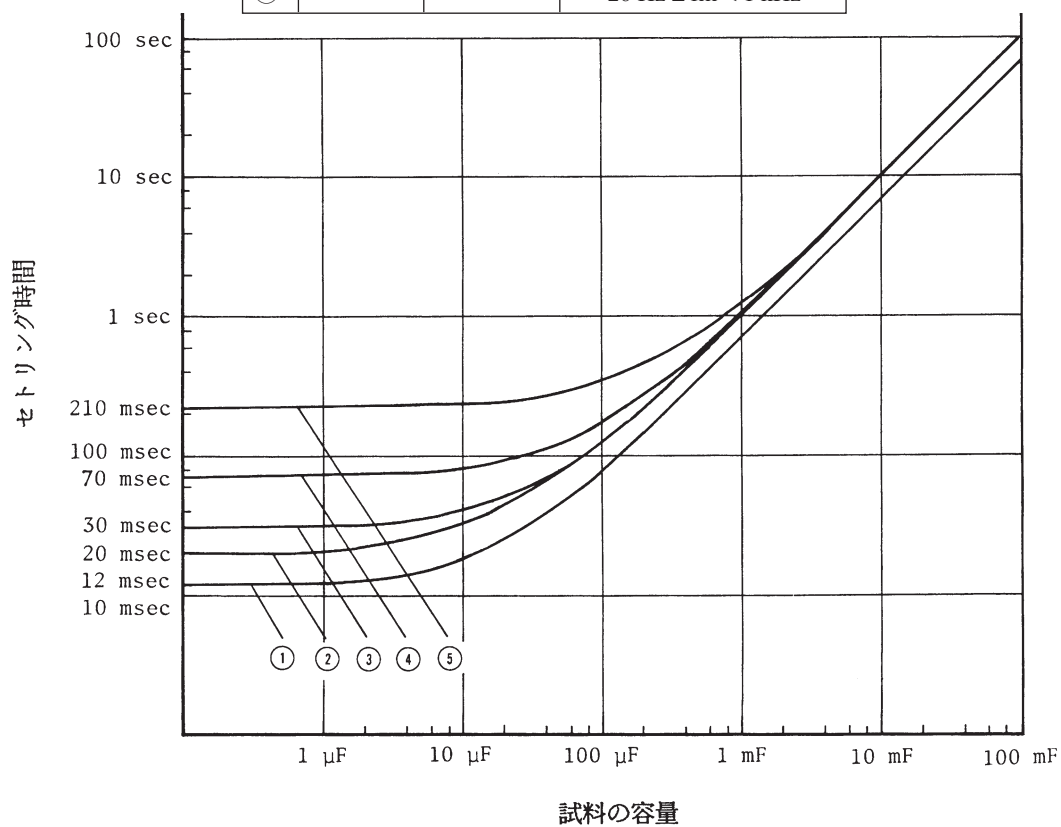
表2.　参考データ（6/6）

DCバイアス・セトリング時間：

DCバイアスがONに設定されている場合，以下の表に示したセトリング時間を測定時間に加算する。このセトリング時間には，試料の充電時間は含まれない。

測定周波数（fm）	バイアス電流吸収機能	
	ON	OFF
20 Hz≦fm≦1 kHz	210 m	20 m
1 kHz≦fm≦10 kHz	70 m	20 m
10 kHz≦fm≦1 MHz	30 m	20 m

以下の図に，DCバイアス・セトリング時間と試料（コンデンサ）の充電時間の合計を示す。

	バイアス	バイアス電流吸収	測定周波数
①	標準		20 Hz ≤ fm ≤ 1 MHz
②	オプション 4284A-001	OFF	20 Hz ≤ fm ≤ 1 MHz
③		ON	10 kHz ≤ fm ≤ 1 MHz
④			1 kHz ≤ fm < 10 kHz
⑤			20 Hz ≤ fm < 1 kHz

仕様追加情報

P8に記述されている相対確度Aeは，|Z|，R，Xの測定値が10 mΩ未満の場合，計算式は以下の様になる。

|Z|，R，Xの相対確度：（XはDx≦0.1の場合。RはQx≦0.1の場合。）

Ae ＝ ±［(Ka＋Kaa＋Kc）×100＋Kd］×Ke（読みの％）

Dx ： Dの測定値
Qx ： Qの測定値
Ka ： 試料のインピーダンスに比例する係数（P13，表Aを参照）
Kaa ： ケーブル長に関する係数（P14，表Bを参照）
Kc ： 校正補間係数（P15，表Dを参照）
Kd ： ケーブル長に関する係数（P15，表Eを参照）
Ke ： 温度に関する係数（P15，表Fを参照）

Dx＞0.1の場合，Xの相対確度Aeに$\sqrt{(1+Dx^2)}$ をかける。
Qx＞0.1の場合，Rの相対確度Aeに$\sqrt{(1+Qx^2)}$ をかける。

P16に記述されている校正確度Acalは，測定値が10 mΩ未満の場合は以下の様になる。

校正確度：

各周波数におけるAcalの値は以下のようになる。

20 Hz≦fm≦1 kHzの場合：0.03 [％]*
1 kHz＜fm≦100 kHzの場合：0.05 [％]*
100 kHz＜fm≦1 MHzの場合：0.05 + 5×10-5 fm [％]*

fm：測定周波数 [kHz]
Hi-PWモードONの場合，*Acal = 0.1 [％]